

# 不同生活型蚯蚓蚓粪化学组成及其性状的研究<sup>①</sup>

王 斌, 李 根, 刘满强, 蒋洋杨, 焦加国, 陈 欢, 胡 锋, 李辉信\*

(南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095)

**摘 要:** 蚓粪已经渐渐成为国内外研究者所关注的一个焦点, 而对蚓粪化学成分及性状的研究也逐渐引起了人们的注意。本文研究比较了两种不同生活型蚯蚓蚓粪和对照土壤之间的化学组成及性状的异同。结果表明: 蚓粪和对照土壤相比, 有着更高的 pH 和电导率值, 且差异显著( $P < 0.05$ ); 蚓粪比对照土壤有着更多的碳水化合物和更少的多酚类物质, 差异分别达 31.36 ~ 33.81 mg/kg 和 4.28 ~ 5.08 mg/kg; 同时, 蚓粪内酸解氨基酸含量要比对照土壤高出 3.84 ~ 5.06 mg/g; 植物激素 GA3 相对于对照土壤增幅达 35% ~ 114%, 而 IAA 的增幅则为 78% ~ 236%。在相同的环境下, 同样生物量的环毛蚓(威廉环毛蚓)和爱胜蚓(赤子爱胜蚓)对蚓粪 pH 值、碳水化合物和多酚含量的作用无显著差异( $P > 0.05$ ); 对蚓粪电导率、植物激素和氨基酸含量的影响爱胜蚓要显著大于环毛蚓。总之, 蚓粪的 pH 值、电导率和化学组成与对照土壤相比都有着显著的差异, 不同生活习性的蚯蚓蚓粪也会有着一定的不同。

**关键词:** 蚓粪; 化学成分; 蚯蚓种类; 氨基酸; 植物激素

**中图分类号:** S154.1

蚯蚓被认为是生态系统的工程师<sup>[1]</sup>, 通过掘穴、分泌及排便等活动, 蚯蚓可以明显地改变土壤的物理性质、营养循环、生物群落组成和温室气体的排放<sup>[2-5]</sup>。但由于蚯蚓受到耐受性、适应性及活性等因素的限制, 其很难有目的大规模地应用于改良土壤性质及污染修复。因此, 越来越多的研究者把目光集中在了蚯蚓的排泄物也就是蚓粪上。蚓粪的应用性很普遍, 可以作为优质的肥料和饲料<sup>[6-7]</sup>; 可以作为育苗的基质<sup>[8-9]</sup>; 可以抑制土传病虫害<sup>[10]</sup>, 也可以作为除臭剂使用<sup>[11]</sup>。但是, 和蚓粪的应用性研究相比, 关于其成分的相关研究却很少, 并且多集中在生物类成分像微生物种类和作用等方面<sup>[12-13]</sup>, 而对于蚓粪含有的活性物质及其功能却很少有人关注。近年来, 一部分学者开始关注蚓粪内的活性物质的研究, 像 Muscolo 和 Nardi 等<sup>[14]</sup>对蚓粪中的腐殖质类活性物质及其对植物生长的影响进行了研究; 胡佩等<sup>[15]</sup>对蚓粪内植物激素及其对植物不定根发芽的影响进行了研究。但是, 蚓粪的成分是复杂的, 其作用机制也是交互的, 仅仅研究一两种活性成分是不足以解释和研究蚓粪的广泛作用的。同时, 蚯蚓的种类和生活环境对蚓粪的性质影响也是明显的。因此, 在一定的人造

环境下, 较为全面地研究不同种类蚯蚓蚓粪的物理及化学性质的异同成为了揭示蚓粪作用机制的必要前提和基础。本文较为详细地测定了两种蚯蚓蚓粪及原土的一些化学组成和性状指标, 包括 pH、电导率、碳水化合物、多酚、氨基酸及两种植物激素, 并进行了比较讨论, 初步探明了蚓粪和对照土壤间及不同种类蚯蚓蚓粪间的性质差异, 为进一步揭示蚓粪的生态功能和开发利用提供了依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

供试土壤: 土壤采自江苏省南京市江宁区麒麟门菜地(32°05' N, 118°93' E), 土壤为黄棕壤, 采样深度为 0 ~ 20 cm。本地块长期(10 年以上)施用以猪粪为主的农家肥, 种植作物为白菜、生菜、辣椒和番茄等蔬菜。土壤基本养分性质为: 有机碳含量为 26.9 g/kg, 全氮 2.3 g/kg, 全磷 1.49 g/kg, 速效磷 182.7 mg/kg。

供试蚯蚓: 本试验使用两种不同生活型蚯蚓: 赤子爱胜蚓(*Eisenia foetida*)和威廉环毛蚓(*Metaphire guillelmi*)。赤子爱胜蚓买自江苏省南京市江北蚯蚓养

基金项目: 国家自然科学基金项目(41171206)资助。

\* 通讯作者(huixinli@njau.edu.cn)

作者简介: 王斌(1982—), 男, 河南安阳人, 博士研究生, 主要从事土壤动物的生态功能及退化土壤的生态恢复等方面的研究。E-mail: wbwish@163.com

殖场,威廉环毛蚓采自江苏省南京市麒麟门菜地。所有的蚯蚓都为有环带的成年蚓。赤子爱胜蚓的体重控制在 0.21 ~ 0.32 g, 威廉环毛蚓体重控制在 4.34 ~ 5.86 g。蚯蚓采集后, 经过纯净水洗后在黄棕壤土中养殖一个星期。

**培养容器:**圆柱形半透明塑料容器(底径 10 cm × 高 12.4 cm), 其下端密封, 上端在加入蚯蚓后用透气膜封口。

## 1.2 试验设计

本实验共设置 3 个处理, 每个处理 4 个重复。具体处理如下: ① 500.0 g 供试土壤不加蚯蚓。② 500.0 g 供试土壤加赤子爱胜蚓(80 条, 平均体重 0.25 g)。③ 500.0 g 供试土壤加威廉环毛蚓(4 条, 平均体重 5 g)。加蚯蚓的处理保证两种蚯蚓的总生物量一致。在文章中分别用 S, S+EE 和 S+EM 来代表 3 种处理。

## 1.3 试验方法

**1.3.1 采样方法** 首先, 将供试土壤均匀置于 12 个塑料培养容器中, 每个容器内装入 500.0 g 风干土。调整容器内土壤的含水量为 300 g/kg 后将容器放在 22℃ 的培养箱中培养 3 天。然后按照上述试验设计加入蚯蚓, 所有处理蚯蚓添加完成后用透气膜封口以防止蚯蚓逃逸(用大头针将透气膜刺孔以保证空气交换)。并将处理好的容器放在 22℃ ± 0.5℃ 的暗处, 培养 30 天。在培养时, 每隔两天用补重法为每个处理补水以保持土壤的含水量稳定。在培养结束后, 将蚓粪采集并混匀, 对照处理采集各个部位土壤后也混匀。采集的蚓粪和对照土壤分三部分储存在 4℃、-20℃ 和 -70℃ 冰箱内, 以供测定分析。

**1.3.2 分析方法** 蚓粪和对照土壤碳水化合物的测定采用酚-硫酸法<sup>[16]</sup>。具体步骤如下: 80 ℃ 水浴条件下, 纯净水提取 16 h, 提取过程中摇动 4 ~ 5 次并超声 5 min, 提取后 4 500 r/min 离心 5 min 并取上清液定量滤纸过滤。检测时, 2 ml 标线(提取)溶液中加入 2 ml 苯酚水溶液(50g/kg), 混匀后加入 10 ml 浓硫酸, 混匀并在室温下静止 90 min 后 490 nm 波长下比色, 纯净水为空白。

多酚的检测方法为 Folin-Ciocalteu 法<sup>[17]</sup>。具体步骤如下: 60 ℃ 水浴条件下, 80% 的丙酮提取 3 h, 提取过程中摇动 6 次并每次超声 10 min, 提取后 4 500 r/min 离心 5 min 并取上清液定量滤纸过滤。检测时, 分别移取 1 ml 标线(提取)溶液加入到 50 ml 容量瓶中, 再分别加入 30 ml 去离子水, 混合, 加入 2.5 ml 福林试剂, 混合, 在 8 min 内, 加入 7.5 ml 质量分数为 15% 的碳酸钠溶液, 混合, 定容。将上述标准溶

液在 24 ℃ 下放置 2h 后, 在 765 nm 波长下测定吸光值, 纯净水为空白。

用氨基酸分析仪检测蚓粪和对照土壤的酸解氨基酸含量<sup>[18]</sup>。具体步骤如下: 样品用 6 mol/L HCl, 在 110 ℃ 下封管水解 20 h 后取出冷却, 将水解液过滤到蒸发皿中, 并用少量蒸馏水多次淋洗残渣, 随后, 在水浴锅(40 ~ 50 ℃)上干燥滤液, 干燥后的残留物用 2 ~ 3 ml 去离子水溶解, 蒸干。如此重复进行 2 ~ 3 次, 使 HCl 完全挥发, 最后一次蒸干后, 用 pH 2.2 的缓冲液溶解定容后, 经 H 型酸性阴离子交换树脂柱纯化, 用氨基酸分析仪测定各种氨基酸的含量并最后计算总量。

两种植物激素的检测方法参考胡佩等<sup>[19]</sup>的方法利用高效液相色谱检测。具体步骤如下: 称取过 1 mm 筛的风干蚓粪 15 g, 加入 100 ml 80% 丙酮水溶液, 在冰浴上超声提取 30 min, 离心(5 000 r/min, 10 min)分离, 上清液移入分液漏斗中, 残渣用少量 80% 丙酮水溶液洗涤一次, 离心分离, 合并上清液, 加入等体积的石油醚, 水相移入旋转蒸发器内, 减压浓缩至原体积的 1/3, 用 0.1 mol/L HCl 调 pH 2.8 ~ 3.0, 再用乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相, 减压浓缩蒸干, 用 5 ml 重蒸甲醇溶解后离心分离, 上清液用 HPLC 分析测定。

**1.3.3 数据统计方法** 采用 SPSS 软件进行数据分析, 采用单因素方差分析评价处理之间的显著差异, 平均值多重比较采用最小显著极差法(LSD)。

## 2 结果与分析

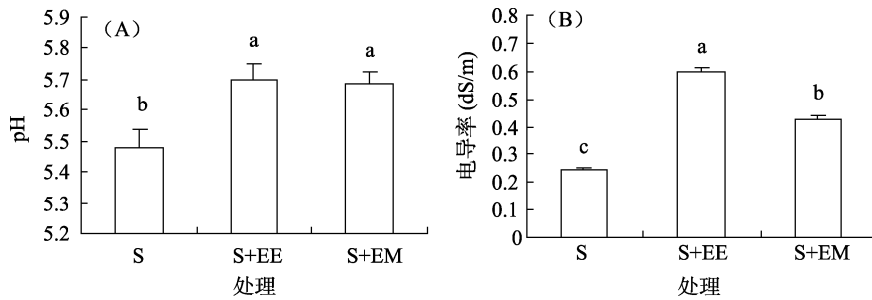
### 2.1 pH 和电导率

从图 1A 可以看出, 两种蚓粪的 pH 均显著高于对照土壤( $P < 0.05$ ), 爱胜蚓蚓粪 pH 比对照高 0.22 个单位, 环毛蚓蚓粪的 pH 比对照土壤高 0.21 个单位; 而种类不同的蚯蚓产生的蚓粪 pH 相差不大( $P > 0.05$ )。

如图 1B 所示, 两种蚓粪电导率均显著高于对照土壤( $P < 0.05$ ), 爱胜蚓蚓粪电导率比对照土壤提高 0.35 dS/m, 而环毛蚓蚓粪比对照土壤提高 0.18 dS/m; 环毛蚓蚓粪电导率显著低于爱胜蚓( $P < 0.05$ )。说明蚯蚓种类的不同最终导致了蚓粪电导率之间的差异。

### 2.2 碳水化合物

由图 2A 可知, 蚓粪内碳水化合物的总含量和对照土壤相比显著增加( $P < 0.05$ ), 爱胜蚓蚓粪比对照土壤增加 33.81 mg/kg, 环毛蚓蚓粪比对照土壤增加 31.36 mg/kg; 但两种蚯蚓蚓粪间差异不显著( $P > 0.05$ )。



(图中不同小写字母表示处理间差异在  $P < 0.05$  水平显著，下同)

图 1 不同生活型蚯蚓粪及对照土壤 pH 值和电导率

Fig. 1 pH values and electrical conductivities of wormcast of three treatments

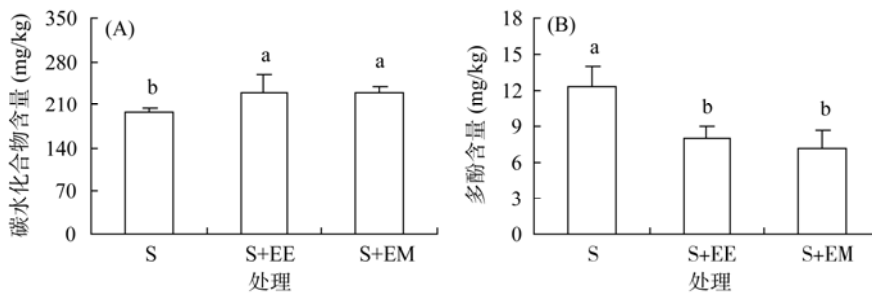


图 2 不同生活型蚯蚓粪及对照土壤中碳水化合物和多酚含量

Fig. 2 Carbohydrate and polyphenols contents of wormcast of three treatments

2.3 多酚

和对照土壤相比，蚓粪内多酚的含量明显减少 ( $P < 0.05$ ) (图 2B)，爱胜蚓粪减少 4.28 mg/kg，环毛蚓粪减少 5.08 mg/kg，而两种蚯蚓粪间的差异不明显 ( $P > 0.05$ )。

2.4 氨基酸

蚓粪内氨基酸的总含量和对照土壤相比明显升高 (表 1)，爱胜蚓粪氨基酸含量比对照土壤增加 5.08 mg/g，而环毛蚓粪增加 3.86 mg/g。两种蚯蚓粪间差异显著 ( $P < 0.05$ )，爱胜蚓粪氨基酸的总含量高于环毛蚓。

按照 Campbell 等<sup>[20]</sup>的方法，可以将氨基酸分为酸性、碱性、中性和含硫氨基酸 4 类 (表 1)。在这 4 类氨基酸中，可以明显的看出，中性氨基酸所占比例最大，3 种处理平均为 55%，其次为酸性和含硫氨基酸，分别为 23% 和 14%，碱性氨基酸的含量最少，只有 7%。

4 类氨基酸在蚓粪内的含量相对于对照土壤均有增加，爱胜蚓粪的酸性、碱性、中性和含硫氨基酸含量的增加值分别为 1.39、0.52、2.19、0.97 mg/g，环毛蚓粪的酸性、碱性、中性和含硫氨基酸含量的增加值分别为 0.79、0.46、1.50、1.11 mg/g。由表 1 还可以看出，与环毛蚓粪相比，除了含硫氨基酸外，

爱胜蚓粪的其他 3 类氨基酸含量均显著高于环毛蚓粪。

表 1 不同生活型蚯蚓粪及对照土壤中氨基酸含量 (mg/g)

Table 1 Contents of amino acids of wormcast of three treatments

氨基酸	处理		
	S	S+EE	S+EM
酸性氨基酸	1.78 ± 0.05 c	3.17 ± 0.06 a	2.57 ± 0.14 b
碱性氨基酸	0.79 ± 0.04 c	1.31 ± 0.03 a	1.25 ± 0.09 b
中性氨基酸	4.29 ± 0.32 c	6.48 ± 0.45 a	5.79 ± 0.32 b
含硫氨基酸	0.89 ± 0.05 c	1.86 ± 0.04 b	2.00 ± 0.03 a
氨基酸总含量	7.75 ± 0.46 c	12.83 ± 0.55 a	11.61 ± 0.58 b

注：同行不同小写字母表示各处理差异在  $P < 0.05$  水平显著。

2.5 植物激素

蚓粪内植物激素的含量显著高于对照土壤，且爱胜蚓粪内植物激素的含量均显著高于环毛蚓；而不同植物激素的变化幅度也不相同，IAA 的变化幅度明显要高于 GA3 (图 3)。爱胜蚓粪内的 GA3 含量比对照土壤增加 8.89 mg/kg，增幅达 114%；而环毛蚓粪 GA3 含量增加 2.72 mg/kg，增幅 35%。爱胜蚓粪内 IAA 含量比对照土壤增加 3.60 mg/kg，增幅达 236%，而环毛蚓粪内 IAA 含量增加为 1.19 mg/kg，增幅 78%。

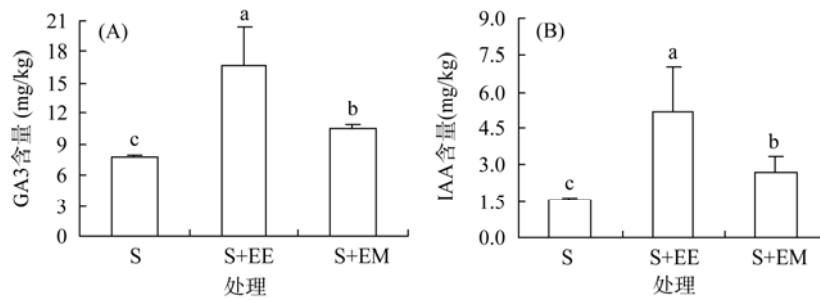


图 3 不同生活型蚯蚓粪及对对照土壤中植物激素 GA3 和 IAA 含量  
Fig. 3 Phytohormone contents of wormcast of three treatments

### 3 讨论

本研究蚓粪的 pH 均明显高于对照土壤,这与已有的研究结果吻合<sup>[21]</sup>。其增高的原因可能有两种:

由于氮素的增加导致蚯蚓排泄物中碱性物质的增加<sup>[22]</sup>; 蚯蚓钙腺的分泌作用<sup>[23]</sup>。

蚓粪的电导率和对照土壤相比提高了 0.18 ~ 0.35 dS/m。这个显著性的结果是与 Wong 等<sup>[24]</sup>的实验结果相吻合。电导率表征的是土壤或蚓粪中盐分的含量,其提高的原因可能是蚯蚓的活动加速了土壤中块状有机质的分解,在分解的过程中释放出大量可溶性的盐分<sup>[25]</sup>; 同时蚯蚓本身可以通过体腔排泄和体表分泌产生盐分。

蚓粪因其特殊的物理及化学结构也可增强微生物的活性。对于碳水化合物的代谢,微生物活性的增加就会产生两种截然不同的连锁反应,一方面,它增强了碳水化合物的水解作用<sup>[26]</sup>; 另一方面更活跃的微生物又可以产生更多的碳水化合物<sup>[27]</sup>。同时,蚯蚓除了通过微生物作用于碳水化合物外,还可以通过肠道内的相关酶来直接影响碳水化合物的含量<sup>[28]</sup>。因此,蚓粪内的碳水化合物的含量可能比对照土壤的高<sup>[29]</sup>,也可能比对照土壤的低<sup>[30]</sup>。在本实验中,碳水化合物的含量是明显增加的,这个结果可能是微生物群落正好起了一种积极的作用。

本实验中,蚓粪内多酚的含量明显低于对照土壤。根据 Ganesh 等<sup>[31]</sup>的实验,蚯蚓在多酚含量高的土壤中容易减轻体重并更容易死亡。根据最基本的生态学原理,蚯蚓一定会改变自己生存的环境去通过某种途径减少多酚的含量。减少的原因可能和微生物群落和活性的改变有关。

氨基酸内含有的氮素占整个土壤有机氮的 60% 以上<sup>[32]</sup>,这充分地说明了氨基氮在整个土壤生态系统内的重要性,所以在研究蚓粪的成分变化时,就不能不考虑到氨基酸的变化。本文中,蚓粪内氨基酸含

量显著高于对照土壤。根据 Werdin-Pfisterer<sup>[33]</sup>等的实验,土壤的温度、pH、碳氮的含量、植被及生态系统的改变都会对土壤内氨基酸的含量产生影响。Viereck 等<sup>[34]</sup>的实验证明了可溶性有机碳(DOC)的增加会导致氨基酸含量的增加,这是因为 DOC 是产生氨基酸的来源。而本实验中蚓粪 DOC 的含量是增加的(实验结果在本作者另文中整理发表),这和 Viereck 等<sup>[34]</sup>的实验结果相吻合。己糖和戊糖的比被认为是碳水化合物来源的指示指标<sup>[35]</sup>,此外,氨基酸的含量又和戊糖的变化趋势相关,由此可以推论,氨基酸增加的另一个原因很可能和碳水化合物的增加有关。

本实验中,蚓粪内植物激素的含量是明显高于对照土壤的。其原因可能是因为: 蚯蚓吞食植物残体和土壤,食物中植物激素被蚯蚓通过某种机制在蚓粪中富集了,同时蚯蚓肠道内的微生物及相关酶把食物中的植物激素前体物质转化成了植物激素。蚯蚓通过影响土壤微生物群落的结构和活性,使产激素微生物在刺激下产生出更多的植物激素。而由于蚯蚓的间接和直接的作用效果对于不同类型的植物激素是不同的,所以导致了 IAA 比 GA3 变化幅度大的结果。

在相同的生物重和环境下,蚯蚓种类的不同导致了其蚓粪的化学组成和性状的差异,但与对照土壤相比,不同种的蚯蚓蚓粪化学组成和性状的变化趋势相同,只是变化的幅度有异,在绝大部分情况下,爱胜蚓的作用效果大于环毛蚓。产生这种结果的原因可能是两种蚯蚓的生活习性和适应性的不同,同时生物数量的不同也可能是爱胜蚓作用强于环毛蚓的原因。

#### 参考文献:

- [1] Lavelle P, Bignell D, Lepage M, Wolters W, Roger P, Ineson P, Heal OW, Dhillon S. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers[J]. *European Journal of Soil Biology*, 1997, 33(4): 159-193
- [2] Edwards W, Shipitalo M. Consequences of earthworms in agricultural soils: Aggregation and Porosity // Edwards CA.

- Earthworm Ecology[C]. Boca Raton, FL: CRC Press, 1998: 147-161
- [3] Doube BM, Brown GG. Life in a complex community: functional interactions between earthworms, organic matter, microorganisms, and plants // Edwards CA. Earthworm Ecology[C]. Boca Raton, FL: CRC Press, 1998: 179-211
- [4] 罗天相, 胡锋, 刘莎, 李辉信, 熊国新. 施用秸秆和接种蚯蚓对土壤温室气体排放的影响[J]. 土壤, 2008, 40(4): 653-657
- [5] 张与真, 李香兰, 黄福珍. 蚯蚓对土壤腐殖质含量和组成的影响[J]. 土壤, 1981, 13(6): 225-227
- [6] 崔玉珍, 牛明芬. 蚯蚓粪对土壤的培肥作用及草莓产量和品质的影响[J]. 土壤通报, 1998, 29(4): 156-157
- [7] Atiyeh RM, Arancon NQ, Edwards CA, Metzger JD. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds[J]. Bioresource Technology, 2002, 81(2): 103-112
- [8] 尚庆茂, 张志刚. 蚯蚓粪基质在西瓜穴盘育苗中的应用研究[J]. 中国瓜菜, 2006(1): 14-16
- [9] 张志刚, 尚庆茂. 蚯蚓粪基质对茄果类蔬菜穴盘苗耐热性的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(3): 404-408
- [10] 胡艳霞, 孙振钧, 周法永, 孙小秧, 曹焘程. 蚯蚓粪对黄瓜苗期土传病害的抑制作用[J]. 生态学报, 2002, 22(7): 1 051- 1 060
- [11] 王颂萍. 蚯蚓粪除鸡舍臭气效果的试验报告[J]. 畜牧环保, 2006(8): 22-23
- [12] 张宝贵, 李贵桐, 申天寿. 威廉环毛蚯蚓对土壤微生物量及活性的影响[J]. 生态学报, 2000, 20(1): 168-172
- [13] Daniel O, Anderson J. Microbial biomass and activity in contrasting soil materials after passage through the gut of the earthworm *Lumbricus rubellus* Hoffmeister[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1992, 24(5): 465-470
- [14] Muscolo A, Bovalo F, Gionfriddo F, Nardi S. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1999, 31(9): 1 303-1 311
- [15] 胡佩, 刘德辉, 胡锋, 沈其荣. 蚓粪中的植物激素及其对绿豆插条不定根发生的促进作用[J]. 生态学报, 2002, 22(8): 1 211-1 214
- [16] Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances[J]. Analytical chemistry, 1956, 28(3): 350-356
- [17] Lapornik B, Prosek M, Golc Wondra A. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time[J]. Journal of Food Engineering, 2005, 71(2): 214-222
- [18] 李世清, 李生秀, 杨正亮. 不同生态系统土壤氨基酸氮的组成及含量[J]. 生态学报, 2002, 22(3): 379-386
- [19] 胡佩, 杨红, 刘德辉, 胡锋. 高效液相色谱法测定蚓粪中的植物激素[J]. 分析实验室, 2001, 20(6): 8-10
- [20] Campbell CA, Zentner RP, Knipfel JE, Schnitzer M, Lafond GP. Thirty-year crop rotations and management practices effects on soil and amino nitrogen[J]. Soil Science Society of America Journal, 1991, 55(3): 739-745
- [21] Wen B, Liu Y, Hu XY, Shan XQ. Effect of earthworms (*Eisenia fetida*) on the fractionation and bioavailability of rare earth elements in nine Chinese soils[J]. Chemosphere, 2006, 63(7): 1 179-1 186
- [22] Salmon S. Earthworm excreta (mucus and urine) affect the distribution of springtails in forest soils[J]. Biology and Fertility of Soils, 2001, 34(5): 304-310
- [23] Lee KE. Earthworms: Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use[M]. Sydney: Academic Press, 1985
- [24] Wong JMC, Fang M, Li GX, Wong MH. Feasibility of using coal ash residue as co-composting materials for sewage sludge[J]. Environmental technology, 1997, 18: 563-568
- [25] Maiké S, Filser J. The influence of earthworms and organic additives on the biodegradation of oil contaminated soil[J]. Applied soil ecology, 2007, 36: 53-62
- [26] Edwards CA, Lofty J. Biology of Earthworms[M]. London: Chapman and Hall, 1977
- [27] Altemüller HJ, Joschko M. Fluorescent staining of earthworm casts for thin section microscopy[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1992, 24: 1 577-1 585
- [28] Urbasek F. Cellulase activity in the gut of some earthworms[J]. Revue d'écologie et de biologie du sol, 1990, 27: 21-28
- [29] Elvira C, Goicoechea M, Sampedro L, Nogales R. Bioconversion of solid paper-pulp mill sludge by earthworms[J]. Bioresource Technology, 1996, 57: 173-177
- [30] Scullion J, Malik A. Earthworm activity acting organic matter, aggregation and microbial activity in soils restored after opencast mining for coal[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2000, 32: 119-126
- [31] Ganesh PS, Gajalakshmi S, Abbasi SA. Vermicomposting of the leaf litter of acacia (*Acacia auriculiformis*): Possible roles of reactor geometry, polyphenols, and lignin[J]. Bioresource Technology, 2009, 100: 1 819-1 827
- [32] Michalzik B, Matzner E. Dynamics of dissolved organic nitrogen and carbon in a Central European Norway spruce ecosystem[J]. European Journal of Soil Science, 1999, 50(4): 579-590
- [33] Werdin-Pfisterer NR, Kielland K, Boone RD. Soil amino acid composition across a boreal forest successional sequence [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2009, 41: 1 210-1 220
- [34] Viereck L, Dyrness C, Foote M. An overview of the vegetation and soils of the floodplain ecosystems of the Tanana River, interior Alaska[J]. Canadian Journal for Research, 1993, 23(5): 889-898
- [35] Oades JM. Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management[J]. Plant Soil, 1984, 76: 319-337

## Wormcast Properties and Chemical Compositions of Different Earthworm Biotypes

WANG Bin, LI Gen, LIU Man-qiang, JIANG Yang-yang, JIAO Jia-guo,  
CHEN Huan, HU Feng, LI Hui-xin\*

(College of Resources and Environmental Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** The chemical composition and properties of wormcast have gradually become into one of the research focuses. In this paper the chemical composition and properties of two earthworm biotypes (*Eisenia foetida* and *Metaphire guillelmi*) were studied under laboratory conditions. The results were as follows: 1) significant increases ( $P < 0.05$ ) in pH values and electrical conductivities were found in wormcast than that in the control soil (CK); 2) carbohydrate contents of wormcast were 31.36 – 33.81mg/kg higher than that of CK while polyphenol contents of wormcast were 4.28 – 5.08 mg/kg lower than that of CK; 3) contents of acidolysis amino acids, plant hormone GA3s and IAAs were 3.84 – 5.06 mg/g, 35 – 114% and 78% – 236% higher than those of CK respectively; in the same environment, the two earthworm biotypes under the same biomass showed no significant differences in pH values, carbohydrate and polyphenol contents, but the effects of *Eisenia foetida* on electrical conductivity, phytohormone and amino acid contents were significantly higher than those of *Metaphire guillelmi*.

**Key words:** Wormcast, Chemical compositions, Earthworm species, Amino acid, Phytohormone